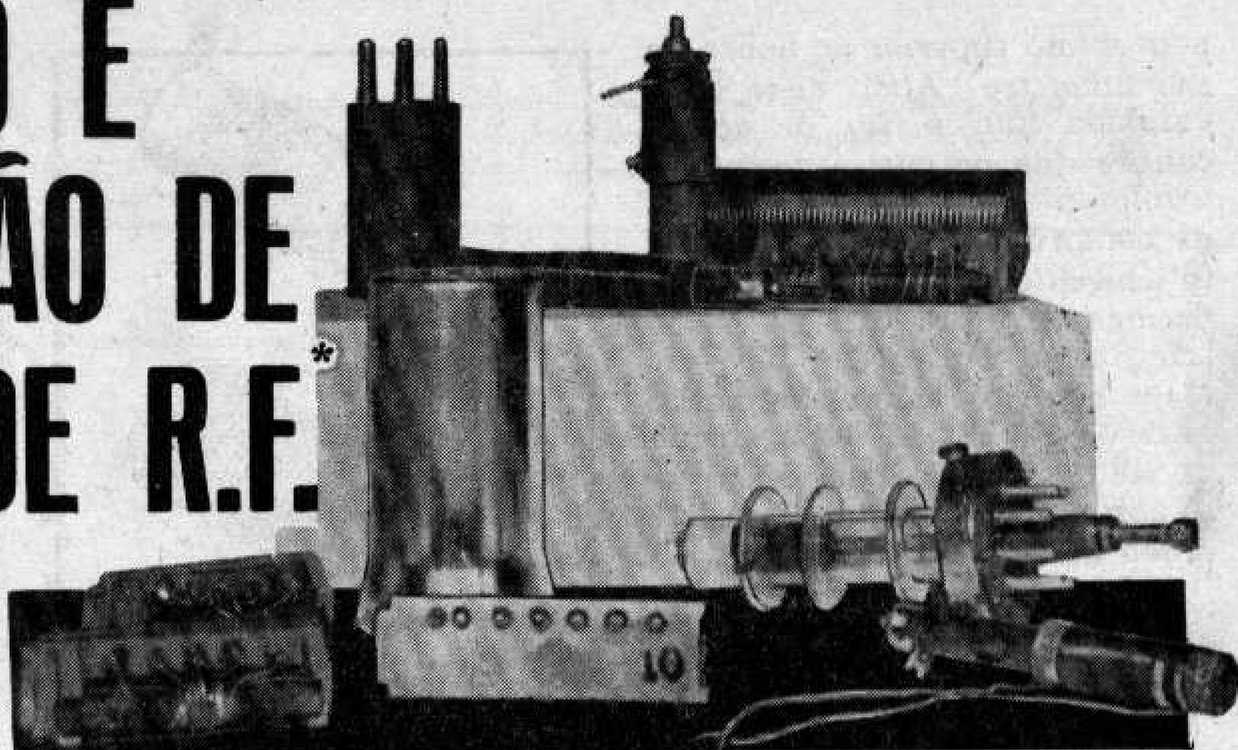
CÁLCULO E CONSTRUÇÃO DE BOBINAS DE R.F.*



Um grupo de bobinas e diversas fôrmas, inclusive uma de núcleo de ferro ajustável para TV, uma intercambiável, uma de polistirene blindada e diversas bobinas de fabricação comercial.

Por **HERBERT S. BRIER**

Experimentadores e radioamadores frequentemente necessitam de bobinas especiais. Êste artigo ensina como dimensioná-las e construí-las.

POR motivos óbvios, o experimentador eletrônico raramente constroi válvulas, capacitores, resistores e componentes similares, usados nos aparelhos que monta. Todavia, vê-se obrigado, amiudadas vêzes, a enrolar ou modificar bobinas de rádio-frequência, a fim de obter a indutância, ou outras características, requeridas por determinada aplicação específica. Felizmente, isso não oferece dificuldade alguma, desde que se tenha uma visão conjunta do problema.

As três propriedades mais importantes de uma bobina são: indutância, tamanho, e perdas. Embora seja possível concentrar num dado espaço elevados valores de indutância, as perdas avultam à medida que o tamanho da bobina descresce. Daí porque, mister se faz considerar os três fatores em conjunto. Vejamos, entretanto, a indutância, em primeiro lugar.

COMO CALCULAR A INDUTÂNCIA

Há muitas fórmulas para o cálculo da indutância. Umas proporcionam elevada precisão, porém requerem muitos e complicados cálculos, ou a consulta a gráficos, para determinar o valor de certas constantes. Outras, são algo menos exatas, porém de emprêgo mais conveniente.

As equações (1) e (2) pertencem ao último grupo, porém os resultados que fornecem são suficientemente precisos para tôdas as aplicações práticas, salvo aquelas, digamos, de laboratório, em que é imprescindível contar com uma exatidão ultraextremada.

$$L_x = \frac{R^2 N^2}{9R + 10L + 11D} \qquad (1)$$

que pode ser também escrita da seguinte maneira:

$$N = \frac{\sqrt{L_x (9R + 10L + 11D}}{R} \qquad (2)$$

onde:

L_x = indutância em microhenrys;

N = número de espiras;

R = raio da fôrma, mais metade da espessura do enrolamento (D);

D = espessura ou profundidade do enrolamento (omitir para bobinas de camada singela);

L = comprimento do enrolamento.

Tôdas as dimensões são dadas em polegadas (1 polegada = 2,54 centímetros). Para maiores detalhes, veja a Fig. 1.

As fórmulas têm a precisão de 1%, aproximadamente, desde que: a indutância não seja muito baixa; a relação L/R não seja inferior a cêrca de 0,8; o espaçamento entre espiras não seja muito grande; e D, L, e R sejam aproximadamente iguais nas bobinas de camadas múltiplas.

Para valores de indutância inferiores a cêrca de 1 microhenrys, os resultados dados pela fórmula têm um êrro para menos de 5 a 10%.

RENDIMENTO DA BOBINA

O rendimento da bobina, ou "Q", é determinado pela relação entre a sua reatância indutiva (X_L) e suas perdas (R). Esta característica é difícil de predizer. Entretanto, trabalhos experimentais levados a cabo por muitos pesquisadores permitiram estabelecer os fatores que produzem uma bobina de "Q" elevado.

Uma tal bobina terá um diâmetro bem grande e conterá um mínimo de material isolante, que não o ar, no interior de seu campo. Seu comprimento não será apreciàvelmente inferior à metade de seu diâmetro (ideal),

---

(*) "RADIO & TV NEWS" — Edição Brasileira Autorizada — Direitos Reservados. (86/56)

nem muito superior ao dôbro de seu diâmetro. Além disso, será enrolada com o fio de maior calibre que permitirá acomodar o número de espiras requerido, no comprimento do enrolamento especificado, usando um espaçamento entre espiras pouco inferior ao diâmetro do fio. Mantendo nos valores ótimos o calibre do fio, o espaçamento, etc., o "Q" da bobina variará aproximadamente com o quadrado do diâmetro desta.

Para bobinas de frequência alta (acima de 1 500 kc/s) o fio rígido é o mais aconselhável. Pode ser esmaltado ou nú, para bobinas com espiras espaçadas, porém o fio d.c.c. (isolamento duplo de algodão) produzirá uma bobina de espiras unidas de rendimento ligeiramente maior do que se fôsse enrolada com fio esmaltado, porque a maior espessura do envoltório de algodão dá um certo afastamento obrigatório entre espiras.

O fio Litz deve ser preferido para frequências abaixo de 1 500 kc/s, aproximadamente. Contudo, a diferença entre êste fio e o fio rígido é tão diminuta nas frequências superiores a 500 kc/s, que é raramente usado nessas frequências. As bobinas de camadas múltiplas são geralmente usadas nas frequências inferiores a 500 kc/s, com a finalidade de poupar espaço, embora com algum sacrifício do "Q".

E' importante proteger as bobinas enroladas sôbre fôrmas de material susceptível de absorver umidade, com uma camada de um verniz para bobinas, de baixas perdas, a fim de preservar seu rendimento ótimo. Isso adquire maior importância ainda nas bobinas enroladas com fio d.c.c.

Normalmente, o que se deseja é que as bobinas tenham o melhor "Q" possível, embora nem sempre assim aconteça. A largura de faixa de um circuito ressonante é definida como a gama de frequências ao longo da qual a tensão no capacitor de sintonia não caia abaixo de 70,7% do seu valor à frequência de ressonância. A largura de faixa é determinada pelo "Q" do circuito, segundo as equações:



FIG. 1 — Como são medidas as dimensões das bobinas de camada singela e de múltiplas camadas.

$$Q = \frac{F_R}{F_U - F_L} \qquad (3)$$

$$\text{Largura de faixa} = \frac{F_R}{Q} \qquad (4)$$

onde:

F_R = frequência de ressonância;

F_L = o quanto o valor da frequência de ressonância deve ser reduzido para chegar à frequência em que a tensão no capacitor de sintonia cai a 70,7% do valor correspondente à frequência de ressonância;

F_U = o quanto o valor da frequência de ressonância deve ser aumentado para chegar à frequência em que a tensão no capacitor de sintonia cai a 70,7% do valor correspondente à frequência de ressonância.

Largura de faixa $F_U - F_L$.

Um circuito ressonante, quando ligado a outro circuito, fica com o "Q" efetivo reduzido, em geral de, no mínimo, 50%; portanto, as bobinas de "Q" até cêrca de 100 podem ser usadas nos estágios de R.F. dos receptores de radiodifusão, sem provocar um corte excessivo das faixas laterais. Nos transformadores de dupla sintonia, a largura de faixa desejada, o grau de acoplamento entre as bobinas, o número de estágios e outras variáveis, afetarão o "Q" ótimo das bobinas. Em geral, os transformadores de F.I. de 455 kc/s usam bobinas de "Q" em tôrno de 50.

Nas frequências acima da faixa de radiodifusão, o "Q" das bobinas usadas nos receptores e nos estágios de baixa potência de transmissores é amiúde controlado pelo espaço disponível. Porém, nos circuitos tanque dos transmissores é preciso usar bobinas grandes, de alto "Q", pois, do contrário, elas poderão aquecer-se, a ponto de, por vêzes, fundir a solda das conexões ou danificar a fôrma da bobina.

Outra aplicação onde é desejável um "Q" muito elevado é nas bobinas de carga usadas em antenas móveis, porque suas perdas determinam, em grande parte, o rendimento das antenas.

A Tabela I contém algumas bobinas representativas, com os respectivos "Q", para que o leitor possa formar uma idéia do que poderá esperar quando construir suas bobinas.

BOBINAS COM NÚCLEO AJUSTÁVEL

Todos sabem que uma bobina com núcleo de ferro pulverizado terá indutância mais elevada do que outra das mesmas dimensões, porém com núcleo de ar, por causa da maior permeabilidade do núcleo de ferro. Nas frequências baixas, os núcleos de ferro auxiliam a obter elevada indutância num espaço restrito. Nestas frequências, é também possível enfiar a bobina num anel de ferro pulverizado para aumentar a indutância ainda mais e reduzir o acoplamento com os demais componentes do circuito.

Infelizmente, todos os núcleos de ferro pulverizado têm perdas, que aumentam com a frequência; consequentemente, há sempre uma frequência além da qual o núcleo de ferro faz aumentar mais as perdas do que a indutância da bobina. Assim, para as frequências mais altas, é preciso reduzir a relação entre o ferro e o material aglutinante do núcleo, a fim de reduzir as perdas. Isso, entretanto, reduz a permeabilidade do núcleo, de mais de 100 para núcleos de frequência baixa, a menos de 5, para os núcleos projetados para emprêgo em frequências de 100 Mc/s em dian-

TABELA I — "Q" aproximado de bobinas típicas em diferentes frequências. Os números entre parênteses (tabela inferior) são designações de estoque da "National Co." Fôrmas de outros fabricantes, porém de características semelhantes, deverão proporcionar resultados similares.

Diâmetro	Comprimento	Número Espiras	Calibre Fio	Indutância (Aprox.)	Frequência (Mc/s)	"Q"
3"	3"	60	N.º 20	185 μH	1	230
1½"	4"	123	N.º 28	185 μH	1	140
¾"	1⅛"	130	N.º 30	100 μH	2	125
4"	1⅝"	8	⅛"	10 μH	4	525
4"	1⅝"	8	N.º 18	10 μH	4	300
1¾"	4½"	70	N.º 18	70 μH	4	160* - 350**
* Fôrma maciça de madeira (bôrdo)					** Bastão de polistirene	
1"	1⅜"	9	N.º 18	1 μH	15	250***
½"	⅝"	13	N.º 18	1 μH	15	130***
*** Fôrma de baquelite						

"Q" PARA NÚCLEOS DE FERRO PULVERIZADO DE BAIXAS PERDAS TRABALHANDO NA FREQUÊNCIA PARA QUE FORAM PROJETADOS. NÚCLEO NA POSIÇÃO CENTRAL.

Diâmetro da Bobina	Frequência	"Q"	Frequência	"Q"	Frequência	"Q"
½" (XR 50)	5 Mc/s	130	10 Mc/s	160	20 Mc/s	200
1" (XR 62)	2 Mc/s	160	10 Mc/s	300	20 Mc/s	310
¾" (XR 72)	2 Mc/s	120	10 Mc/s	240	20 Mc/s	260
0,264" (XR 81, XR 83)	5 Mc/s	90	20 Mc/s	120	50 Mc/s	120
0,375" (XR 91, XR 93)	5 Mc/s	110	20 Mc/s	140	30 Mc/s	150

Capacitância de ressonância: 100 μμF até 20 Mc/s; 30 μμF para 30 e 50 Mc/s

te. Isto limita o aumento de indutância obtenível nas frequências altas, com núcleos de ferro pulverizado.

Os núcleos ajustáveis são largamente usados para variar a indutância das bobinas. Tal é, por exemplo, o que sucede nos transformadores de F.I. de núcleo ajustável, nas bobinas de linearidade de TV e mesmo em certas aplicações em que as bobinas de núcleo ajustável substituem os capacitores variáveis nos sistemas de sintonia de receptores de ondas médias e curtas.

No que respeita às frequências mais altas, a maior vantagem das fôrmas com núcleo ajustável reside na faculdade que proporcionam de ajustar a indutância no valor exatamente desejado. As bobinas de fabricação comercial permitem variar a indutância na proporção de 10 a 50%. A porcentagem exata depende de relação entre os diâmetros do núcleo e da bobina. Há fórmulas para calculá-la, porém, é geralmente mais satisfatório calcular o número de espiras para uma indutância ligeiramente inferior ao valor desejado, com o núcleo tão fora da bobina quanto possível. O núcleo é então parafusado na bobina para proporcionar o valor exato da indutância.

Até cêrca de 100 Mc/s, o "Q" das bobinas enroladas nestas fôrmas é muito pouco afetado pela posição do núcleo, embora geralmente aumente levemente à medida que o núcleo é inserido na bobina. Isto, supondo que a bobina seja usada na faixa de frequências para a qual o núcleo foi produzido. No extremo superior da faixa, o "Q" pode baixar um pouco, quando se introduz o núcleo na bobina.

Convém acentuar que o que vem de ser dito só se aplica a núcleos de baixas perdas, projetados especìficamente para trabalhar nas faixas de onda em questão. Por exemplo, os núcleos da "National Company" e da "James Millen Company" dão resultados ótimos até 10 Mc/s. Entretanto estas fabricam, sob encomenda, núcleos para frequências até de 150 Mc/s.

Nas frequências superiores a 100 Mc/s, qualquer núcleo de ferro introduz muitas perdas. Além disso, a indutância requerida é geralmente tão pequena, que qualquer acréscimo dela só vem criar complicações. Assim, usam-se frequentemente núcleos de cobre ou de latão, em seu lugar. Tais núcleos reduzem a indutância aproximadamente na mesma proporção em que a aumentam um núcleo de ferro de dimensões semelhantes. Os núcleos de cobre ou de latão sempre reduzem um pouco o "Q" da bobina, porém a perda é reduzida folheando o núcleo a prata. Êstes núcleos podem ser usados em qualquer frequência, mas, são mais úteis nas frequências mais elevadas.

Para o leitor ter uma idéia do que poderá esperar de bobinas com núcleo de ferro de diferentes dimensões, em diversas frequências, Theodore B. Robinson, engenheiro encarregado da fabricação de bobinas da "The National Co.", coligiu os dados constantes da segunda parte da Tabela I. Os dados referem-se especìficamente a bobinas enroladas em fôrmas da "National", porém não serão muito diferentes para o caso do emprêgo de fôrmas similares de outros fabricantes.

A tabela pode ser usada também para fornecer uma indica-

ção aproximada do "Q" das bobinas convencionais das dimensões indicadas, porque as unidades são projetadas para permitir uma variação moderada da indutância sem afetar maiormente as demais características das bobinas.

BLINDAGEM

Pràticamente falando, quando duas indutâncias ressonantes, sintonizadas na mesma frequência, estão em circuitos diferentes, porém em estreita proximidade física, é preciso blindar pelo menos uma das indutâncias, a fim de evitar o acoplamento entre elas.

Para reduzir ao mínimo as perdas introduzidas pela blindagem, é preciso colocar a bobina dentro de um envoltório ou "caneco" de alumínio ou cobre, suficientemente amplo para que nenhuma parte da bobina fique a uma distância da blindagem inferior à metade do diâmetro da bobina. Nestas condições, a indutância da bobina ver-se-á reduzida, aproximadamente, em 10%, quando L/D = 0,5; 13%, quando L/D = 1; e 17% quando L/D = 2 (L = comprimento da bobina; D = diâmetro da bobina).

Uma blindagem menor fará aumentar as perdas e reduzir a indutância excessivamente. Como exemplo extremo, uma blindagem apenas 10% maior do que o diâmetro da bobina reduzirá a indutância de 70 a 85%.

COMO CALCULAR UMA BOBINA

O primeiro a fazer para enrolar uma bobina é determinar a indutância requerida. Num circuito ressonante, êste dado é controlado pela frequência e pela capacitância, segundo a fórmula:

$$F(kc/s) = \frac{1\,000\,000}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad (5)$$

onde:

$2\pi = 6{,}28$;

L = indutância em microhenrys;

C = capacitância em micromicrofarads.

Uma bobina para a faixa de ondas médias deve sintonizar até 1 650 kc/s com o capacitor de sintonia na mínima capacitância. Êste valor mínimo de capacitância é aproximadamente igual a 50 μμF. Resolvendo a equação (5), na base dêstes dados, L = 185 μH (aproximadamente).

Para calcular as dimensões de uma bobina de 185 μH, escolhemos, arbitràriamente, o diâmetro de 1½" e o comprimento de 2", e resolvemos a equação (2):

$$N = \frac{\sqrt{L_x\,(9R + 10L)}}{R} =$$

$$= \frac{\sqrt{185\,(9\times 0{,}75 + 10\times 2)}}{0{,}75} =$$

$$= 94 \text{ espiras}$$

Pela Tabela II, vemos que 94 espiras de fio esmaltado N.º 28, com espaçamento entre espiras de cêrca de 2/3 do diâmetro do fio, ou 94 espiras de fio N.º 28 d.c.c. com espiras unidas, preencherão o comprimento da bobina especificado.

Raramente há diferença significativa nos resultados, quando se altera pouca coisa no calibre do fio, desde que o número de espiras e o comprimento do enrolamento se mantenham inalterados. Mas, com bobinas de espiras juntas, mesmo uma pequena variação no calibre do fio pode produzir grandes variações na indutância. Então, quando fôr necessário usar um fio de calibre diferente, ou uma fôrma de outro diâmetro, que não o especificado numa tabela de bobinas, será aconselhável calcular a indutância da bobina original e, depois, dimensioná-la novamente (para a mesma indutância) com auxílio das equações (1) e (2).

Em igualdade dos demais fatores, as bobinas com espaçamento entre espiras, do tipo auto-suportado, isto é, sem fôrma, são as de melhor rendimento. Entretanto, tais bobinas tornam-se muito frágeis quando enroladas com fio fino. O polistirene tem perdas apenas ligeiramente superiores às do ar, de modo que, uma bobina enrolada numa fôrma delgada dêste material compara-se favoràvelmente em rendimento com uma bobina auto-suportada das mesmas dimensões. Teflon seria provàvelmente ainda melhor do que o polistirene, mas é bastante caro e, ao que sabemos, ainda não se fabricam fôrmas de bobina dêste novo material. Infelizmente, o polistirene não pode ser usado em temperaturas muito superiores a 65°C. Além disso, o teflon não é bastante estável mecânicamente para usar em bobinas de circuitos críticos, dos quais dependa a frequência de operação de equipamentos.

As fôrmas de cerâmica são recomendadas nos casos em que é imprescindível contar com a máxima estabilidade mecânica e elétrica e nos quais a temperatura elevada danificaria outros tipos de substâncias isolantes.

As bobinas enroladas em fôrmas de outros materiais que não

TABELA II — Tabela de fios abreviada. Use os dados em conexão com as fórmulas do texto.

Calibre Fio	Espiras/Polegada (sem espaçamento)		Pés/Libra (D.C.C.*)
	Esmaltado	D.C.C.	
10	9,6	8,9	31
12	12	10,9	49
14	15	13,8	77
16	18,9	16,4	119
18	23,6	19,8	188
20	29,4	27	298
22	37	30	461
24	46,3	35,6	795
26	58	41,8	1 118
28	72,7	48,5	1 760
30	100,5	55,5	2 530
32	113	62,6	3 130
34	143	70	6 170

* Os dados correspondentes ao fio esmaltado são maiores do que os consignados, em até 25%, nos calibres menores.

os citados, terão perdas algo maiores, porém a diferença de rendimento entre uma bobina construída numa fôrma de pouquíssimas perdas e outra sôbre fôrma de qualidade não tão boa, raramente é considerável, até frequências da ordem de 15 Mc/s. Isto acontece porque as perdas da fôrma raramente contribuem com mais de 20% das perdas totais da bobina.

As bases, ou culotes, de válvulas velhas podem ser aproveitadas como boas fôrmas de bobinas de pequenas dimensões. Possuem perdas razoàvelmente baixas, especialmente as bases de côr castanha (Micanol), usadas em certas válvulas para aplicações especiais de transmissão de pequena potência (5R4GY, 807, 811, etc.).

O método convencional de fixar as pontas das bobinas pequenas nas fôrmas consiste em fazer uma série de furinhos na fôrma e passar as pontas da bobina por êles (saindo de um e entrando no outro). Nas fôrmas de bobina intercambiáveis (com base própria), às vêzes basta um só furo, pelo qual passa a ponta do fio antes de ir diretamente ao pino correspondente na base, e ser ali soldada.

Um método que costumamos usar consiste em inserir um pedaço curto de fio de certa grossura entre o furo e o pino da base, ao qual é soldado. Faz-se com que a ponta do fio fique para fora do furo da fôrma na extensão de ¼", de modo que a extremidade do enrolamento possa nela enrolar-se algumas vêzes, sendo depois, soldada. Êste sistema é especialmente conveniente nas montagens experimentais, em que se costuma variar frequentemente o número de espiras da bobina.

As bobinas de fio de grosso calibre são arrematadas da melhor maneira fazendo com que as pontas dos fios terminem em parafusos de latão, atarrachados no lado da fôrma. Qualquer que seja o método adotado, faça os furos na fôrma antes de começar a fazer o enrolamento.

Talvez a melhor maneira de enrolar bobinas à mão seja desenrolar do carretel a quantidade de fio necessária, prendendo êste num tôrno de bancada. Enrole um pedaço de pano na mão e, a partir do tôrno, vá puxando o fio para alisá-lo bem.

Prenda a ponta do fio na fôrma, e afaste-se do tôrno até o fio ficar esticado. Comece a enrolar a bobina girando a fôrma em sua direção. Mantenha o fio esticado e, à proporção que progride o enrolamento, vá caminhando devagar para o torninho. Conte as espiras enquanto as fôr enrolando.

Se a bobina é para ser feita com espiras espaçadas, faça o enrolamento com o espaçamento aproximadamente correto. Se você fizer primeiro o enrolamento com espiras unidas, e depois tratar de separá-las, a bobina afrouxará. Depois de enrolado o número de espiras desejado e fixadas as pontas do fio na fôrma, o espaçamento poderá ser então uniformizado, enrolando temporàriamente outro pedaço de fio, ou barbante, nos intervalos entre espiras.

Raspar o esmalte da ponta do fio da bobina, enquanto se tenta, simultâneamente, manter o enrolamento apertado, é coisa dificílima, capaz de pôr à prova os nervos de um cristão. A tarefa pode ser muito simplificada, se você parar o enrolamento faltando mais ou menos meia espira para completá-lo, raspando então o esmalte do fio com um pedacinho de lixa fina.

BOBINAS AUTO-SUPORTADAS

Estas bobinas podem ser construídas da seguinte maneira: Enrole uma camada de papel encerado em tôrno da fôrma e disponha por cima, no sentido longitudinal, três a cinco tiras de polistirene, ou outro plástico qualquer, um pouco mais compridas que o comprimento do enrolamento e igualmente espaçadas entre si. Mantenha-as em posição com fita adesiva, aplicada em ambas extremidades de cada tira. Uma vez feito o enrolamento, passe uma camada de cola-tudo nitrocelulósico (do tipo para alto-falante) em cada tira. Deixe que endureça durante algumas horas e aplique nova demão de cola-tudo. Depois de endurecida a nova aplicação do adesivo, retire a bobina da fôrma. Apare as partes excedentes das tiras.

Outra tira, mais forte, de polistirene, poderá ser colada pela parte de fora da bobina, face a face com uma das tiras internas, a fim de permitir prender a bobina numa base intercambiável, ou montá-la.

Quando só uma bobina vai ser construída, pode-se usar uma fôrma de papelão, que será destruída quando da retirada da bobina. Porém, se o construtor vai fazer mais de uma bobina, poderá mandar tornear em madeira a fôrma nas dimensões desejadas.

Esta fôrma será serrada diagonalmente, no sentido do comprimento. Em cada extremo da fôrma serão colocados parafusos com porcas para manter unidas as duas metades, e para fixar as pontas do fio, durante a construção da bobina. Para manter a bobina redonda e tornar mais fácil sua retirada da fôrma, encaixe entre as duas metades da fôrma uma fôlha metálica de espessura aproximadamente igual à madeira consumida pela operação de serragem da fôrma. Retirando em primeiro lugar esta fôlha metálica, a bobina sairá com maior facilidade.

A "Barker & Williamson Co." fabrica bobinas auto-suportadas, que podem ser recortadas no tamanho desejado. Elas variam em diâmetro, de ½" a 2½", sendo tôdas enroladas com 32 espiras por polegada. As menores ("Miniductor") têm 2 ou 3 polegadas de comprimento, e as maiores, 10 polegadas.

BOBINAS COM TOMADAS

As bobinas com tomadas, frequentemente usadas em transmissores de amador, introduzem alguns problemas especiais. Em primeiro lugar, as tomadas sempre reduzem um pouco o rendimento da bobina, porém, isso é compensado pelas vantagens que proporcionam, quanto à comutação de faixas e à economia de espaço.

As perdas podem ser reduzidas, levando na devida conta as seguintes considerações: nas frequências mais altas, as espiras postas em curto atuam como uma capacitância em paralelo com as espiras ativas. Isto reduz o número de espiras ativas requerido para alcançar determinada frequência. Além disso, quando a maior parte da bobina é posta em curto, o fator de forma da parte ativa torna-se bastante baixo.

Por isso, raramente se usa uma só bobina com tomadas pa-

(Conclui à pág. 396)

CÁLCULO E...

(Continuação da pág. 375)

ra abranger uma faixa de frequências superior a 6 para 1. A norma entre os amadores é usar uma bobina independente para a faixa de 28 Mc/s, em série com uma bobina maior com tomadas, para as faixas de 21 a 3,5 Mc/s. As tomadas não usadas são interconectadas.

Ocasionalmente, a parte posta em curto de uma bobina com tomadas auto-ressonará numa das faixas de frequência mais elevadas, absorvendo a maior parte da potência gerada nesta frequência. Deslocando a tomada culpada ligeiramente, a ressonância passará a ocorrer numa frequência em que não mais representará problema.

As tomadas, em bobinas enroladas sôbre fôrmas, podem ser feitas durante o enrolamento das espiras, dobrando o fio sôbre êle mesmo, na extensão de alguns centímetros, e torcendo-o várias vêzes, depois do que, prossegue-se com o enrolamento. Outro sistema seria fazer um furinho na fôrma e, uma vez enrolado o número desejado de espiras, cortar o fio, passá-lo pelo furo e soldá-lo ao terminal adequado; em seguida, soldar a ponta do outro fio que foi cortado, neste terminal, e passá-lo por êste furinho feito na fôrma, continuando o enrolamento.

As tomadas nas bobinas auto-suportadas são muito fáceis de fazer, bastando enrolar a ponta de um fio na espira a ser derivada, e soldá-lo. As espiras adjacentes àquela em que vai ser feita a tomada podem ser afundadas ligeiramente a fim de aumentar o espaço em tôrno da tomada. Convém inserir um pedacinho de fôlha de alumínio por debaixo da tomada para afastar a possibilidade de soldar acidentalmente duas espiras adjacentes.

As informações gerais contidas neste artigo foram colhidas em tantas fontes diversas que seria difícil mencioná-las tôdas. Entretanto, os dados referentes às bobinas de núcleo ajustável foram extraídos de publicações das firmas "Stackpole Carbon Co.", "James Millen Co.", e "The National Co.".

ooo—o—